

AMPT を用いたアスファルト混合物の動弾性係数 $|E^*|$ と塑性変形抵抗性の関係の検討

ニチレキ(株) 技術研究所 正会員 ○宮城 裕一
ニチレキ(株) 技術研究所 正会員 丸山 陽
ニチレキ(株) 技術研究所 正会員 内海 正徳

1. はじめに

Asphalt Mixture Performance Tester (以下, AMPT) は, アスファルト舗装の力学的-経験的設計法(M-Epdg)に用いられるアスファルト混合物の動弾性係数(以下, $|E^*|$)などの粘弾性状や, 塑性変形抵抗性の評価指標となる Flow Number (以下, FN) を測定できる試験機であり, 主に米国で活用されている¹⁾²⁾.

本報告では, AMPT により求めたアスファルト混合物(以下, 混合物)の $|E^*|$ に関する妥当性の検証, および粘弾性状と FN の関係を検討した結果について述べる.

2. AMPT の概要

2-1 試験用供試体の作製方法

AMPT に用いる試験用供試体の作製概要図は, 図-1 に示すとおりである. 試験用供試体は, ジャイレトリーコンパクタを用いて表-1 に示す締固め条件で作製した供試体から, $\phi 100\text{mm}$, 高さ 150mm の円筒供試体を切り出したものとする.

項 目	条 件
載荷圧	600 kPa
ラム角	1.16°
旋回回数	高さ175mmになるまで
モールド直径	$\phi 150$

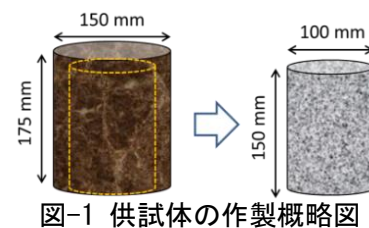


図-1 供試体の作製概略図

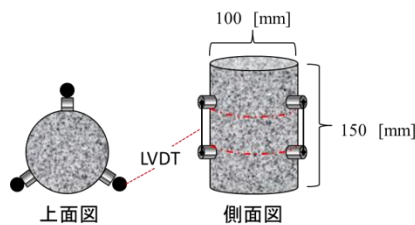


図-2 DM 試験供試体概略図



写真-1 DM 試験状況

2-2 試験項目

(1) Dynamic Modulus 試験

Dynamic Modulus 試験(以下, DM 試験)は三軸繰返し圧縮試験であり, 供試体に一定のひずみが発生するように荷重を加え, 応力とひずみから $|E^*|$ を求める試験である. 本試験におけるひずみの測定は, 図-2 で示すように円筒形の供試体の側面3箇所に取付けた LVDT (変位計) により行う. DM 試験状況は, 写真-1 に示すとおりである.

(2) Flow Number 試験

FN 試験は, 応力制御の繰返し圧縮試験である. 図-3 で示すように繰返し載荷した際に発生する塑性ひずみを測定することで, 図-4 に示すクリープ曲線が得られる. 図-4 中のひずみ変化率が減少から増加に変化するまでの載荷回数を FN と定義している.

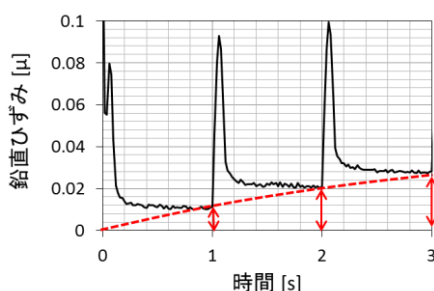


図-3 FN 試験の結果

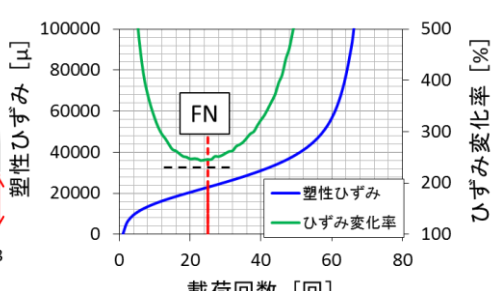


図-4 FN の求め方

3. 検討内容

3-1 使用材料

使用材料は, 表-2 に示す性状のポリマー改質アスファルト II 型を用いた密粒度アスファルト混合物(13)とした. なお, 本検討では, 混合物の $|E^*|$ を変化させることを目的に, 混合物投入量およびアスファルト量を変えることで, 骨材間隙率(以下, VMA)が 14~20%程度となるように供試体を作製した.

表-2 改質 II 型の性状

試 験 項 目	試 験 値
針入度 (25°C)	1/10mm 51
軟化点	°C 56.5
伸度 (15°C)	cm 74
タフネス (25°C)	N・m 17.3
テナシティ (25°C)	N・m 11.8

キーワード AMPT, 動弾性係数, $|E^*|/\sin(\delta)$, 塑性変形抵抗性, Flow Number

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ(株)技術研究所 T E L 0285-44-7111

3-2 基本的な考え方

(1) $|E^*|$ の妥当性の検証

DM 試験の条件は、表-3 に示すとおりである。本検討では、まず 4, 20, 40℃において試験温度と $|E^*|$ の関係を求めた。次に、20℃を基準温度とし、4℃および 40℃の試験結果をシフトすることで作成したマスターカーブから、既往の研究との比較を行い、 $|E^*|$ の妥当性を検証した。

(2) 混合物の粘弾性状と FN の関係

DM 試験から得られる $|E^*|/\sin(\delta)$ は、わだち掘れとの相関性が高いとされている $G^*/\sin(\delta)$ ³⁾と同様の考えにより、塑性変形抵抗性を評価できる指標と考えられる。そこで、FN と各粘弾性状の関係から考察を加えた。

FN 試験の条件は、表-4 に示すとおりである。また、粘弾性状については、DM 試験による結果から 40℃, 1Hz の $|E^*|$ および $|E^*|/\sin(\delta)$ を抽出した。

4. 検討結果

4-1 $|E^*|$ の妥当性の検証

試験温度と $|E^*|$ の関係は図-5, $|E^*|$ のマスターカーブの例は図-6 に示すとおりである。

- ・周波数が大きい、すなわち温度が低いほど、 $|E^*|$ は大きくなった。
- ・混合物における $|E^*|$ の値は、舗装設計便覧((公社)日本道路協会)に示された $|E^*|$ の一般的な範囲内であった。
- ・位相角が極大となる際の $|E^*|$ の値は、1,000 [MPa]程度であり、既往の研究に示されている傾向と一致していた⁴⁾。

4-2 混合物の粘弾性状と FN の関係

DM 試験から得られる FN と $|E^*|$ および $|E^*|/\sin(\delta)$ の関係は、それぞれ図-7 および図-8 に示すとおりである。FN は、各粘弾性状と高い相関関係が認められた。

5. まとめ

- ・DM 試験結果より得られた $|E^*|$ は、既往の研究結果とも一致していることから、本試験が有用であることを検証できた。
- ・混合物の $|E^*|$ および $|E^*|/\sin(\delta)$ と FN には高い相関関係が見られたことから、FN 試験により混合物の塑性変形抵抗性を評価でき、 $|E^*|/\sin(\delta)$ は、その評価指標となり得る。

6. おわりに

AMPT は、混合物の粘弾性状や塑性変形抵抗性を評価できる試験機であることが検証できた。

今後は、バインダや混合物の種類を変えた場合の粘弾性状と塑性変形抵抗性の関係に着目して検討を進める。

【参考文献】

- 1)土木学会舗装工学委員会舗装設計小委員会：力学的・経験的舗装設計指針，アスファルト，2005.10，pp2-47
- 2)AASHTO TP 79：Determining the Dynamic Modulus and Flow Number for Asphalt Mixtures Using the Asphalt Mixture Performance Tester
- 3)塚越：SUPERPAVE によるわが国のアスファルトの評価，ASPHALT, Vol. 39 No. 190, pp 10-18, 1997
- 4)向後：载荷条件の違いに着目したアスファルト混合物の疲労挙動に関する研究，博士論文，中央大学，2009.

表-3 DM 試験条件

項 目	条 件
温度	4, 20, 40℃
制御方法	応力制御
波形	ハーバーサイン波
周波数	25~0.1 Hz
载荷圧	10~2000 kPa
側圧	50 kPa

表-4 FN 試験条件

項 目	条 件
温度	40℃
波形	ハーバーサイン波
周波数	1Hz
载荷圧	630 kPa
側 圧	0 kPa

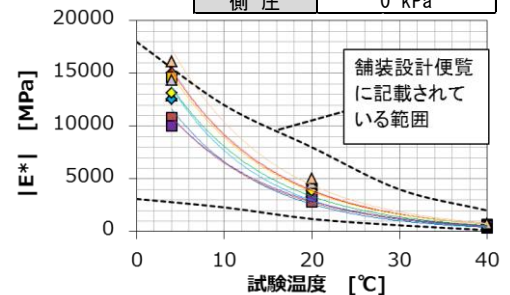


図-5 試験温度と $|E^*|$ の関係

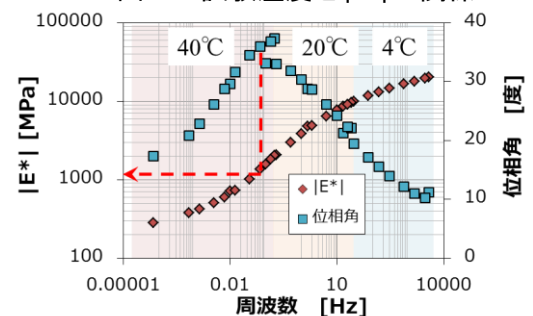


図-6 $|E^*|$ のマスターカーブの例

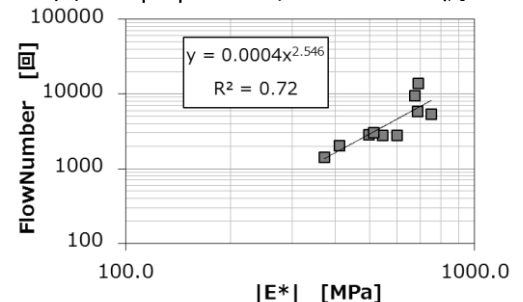


図-7 $|E^*|$ と FN の関係

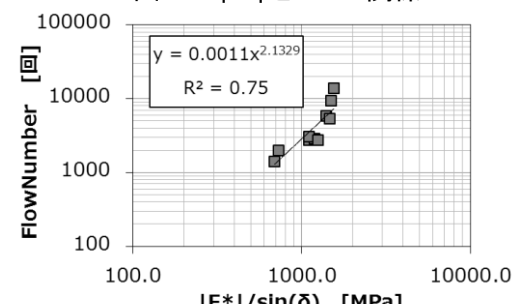


図-8 $|E^*|/\sin(\delta)$ と FN の関係